

UNA APLICACIÓN DE OPCIONES REALES A LA VALORACIÓN DE CONTRATOS DE LEASING

Mónica Andrea Arango Arango *

Juan Camilo Arbeláez **

Catalina Causil García ***

Recibido: 31/08/2009

Aceptado: 05/10/2009

RESUMEN

Este artículo es el resultado de una investigación que desarrolla un modelo para la determinación del canon de arrendamiento en un contrato de leasing sobre vehículos, incluyendo la valoración de la opción de compra implícita en éste. Para realizar esta valoración se utilizaron como base los modelos propuestos por Giaccotto et al. [1] y Gamba y Rigon [2] (en tres marcas de vehículos en Colombia para el período comprendido entre Enero de 2004 y Diciembre de 2007). Se identificó el proceso ARMA de las series de los retornos de los precios de los vehículos. Se realizaron pruebas para identificar posibles efectos ARCH en las series de los retornos de los precios de los vehículos analizados. La estimación del valor de la opción de compra del vehículo al finalizar el contrato de *leasing* se realiza mediante la implementación del modelo de *black-scholes* y de simulación Monte Carlo.

Palabras clave: finanzas corporativas, valoración de activos, opciones reales

* Economista, Universidad de Antioquia; Magíster en Finanzas, EAFIT; Docente del Programa de Ingeniería Financiera, Universidad de Medellín, Colombia. Teléfono: 3405233 Correo electrónico: moarango@udem.edu.co. Carrera 87 N° 30 - 65 • Medellín - Colombia

** Ingeniero Administrativo, Universidad Nacional de Colombia; Magíster en Finanzas, EAFIT, jcarbelaez@udem.edu.co

*** Ingeniera Financiera, Universidad de Medellín; Magíster en Finanzas, EAFIT, ccausil@udem.edu.co

AN APPLICATION OF REAL OPTIONS TO THE ASSESSMENT OF LEASING CONTRACTS

ABSTRACT

This article is the result of a research that develops a model related to the determination of the rent on a leasing vehicle contract and the valuation of the call option that gives the lessee the right but not the obligation to buy the used car at the end of the contract at a specified price. We used models proposed by [1] and by [2] in three brands of vehicles in Colombia for the period between January of 2004 and December of 2007. The analysis of the time series of returns of the prices vehicles displayed an ARMA process. We also developed further tests to identify possible ARCH effects in the series of returns of prices of the vehicles analyzed. The estimation of the value of the option to purchase the vehicle at the end of the leasing contract is done by the implementation of the model of Black Scholes and Montecarlo Simulation.

Key words: Corporative Finance, Asset Pricing, Real Options.

INTRODUCCIÓN

La teoría de opciones se ha constituido en una base fundamental para la valoración de activos financieros en un ambiente de incertidumbre. Sin embargo, esta teoría ha sido extendida por Myers [3] a la valoración de activos no financieros como las inversiones productivas. Su análisis se fundamenta en que las decisiones, tanto en los proyectos de inversión como en las estrategias de negocios, requieren de una valoración que sea acorde con la flexibilidad que estos tengan hacia el futuro. Esta flexibilidad es posible valorarla con el uso de la teoría de opciones, lo cual ha pasado a llamarse opciones reales.

Myers [3], pionero del concepto de opciones reales, sostuvo que la valoración financiera de las oportunidades de inversión mediante el enfoque tradicional de flujo de caja descontado (DCF) hace caso omiso del valor de la opción en proyectos de inversión inciertos y arriesgados. Las opciones reales como herramienta de valoración se pueden aplicar a diversos sectores. En este trabajo se realiza la aplicación de esta teoría sobre los contratos de *leasing*. El *leasing* es un contrato mediante el cual una parte entrega a la otra un activo para su uso y goce, a cambio de un canon periódico, durante un plazo convenido. A su vencimiento el bien se restituye a su propietario o se transfiere al usuario, si este último decide ejercer una opción de compra que, generalmente, se pacta a su favor [4].

En la primera parte de este artículo se hace una revisión de los principales tipos de opciones reales y las metodologías de valoración más usadas en la literatura para este tipo de opciones en los contratos de *leasing*. Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos con el análisis económico de las series de los retornos de los precios de los vehículos analizados en el contrato de *leasing* y la valoración del canon y la opción de compra al vencimiento de éste utilizando *black-scholes* y simulación Montecarlo.

1. LOS CONTRATOS DE LEASING Y LAS OPCIONES REALES

La literatura financiera ha dedicado especial atención a la valoración de los contratos de *leasing* sobre activos, en especial aplicando como metodología de valoración las opciones reales. McConnell y Schallheim [5] han sido pioneros en la descripción de los diferentes tipos de contratos de *leasing* y definen un marco para valoración a través de opciones compuestas para cada uno de los tipos de contratos. Hussain [6] asume que la depreciación del activo subyacente sigue un movimiento browniano aritmético. Giaccotto et al. [1] valoran la cancelación y la penalidad que se debe cobrar al terminar el contrato antes del vencimiento asumiendo una tasa de interés constante. Gamba y Rigon [2] desarrollaron un modelo para valorar la opción de cancelación y la penalidad cuando se termina el contrato de manera anticipada, para lo cual asumieron una tasa de interés estocástica dentro del modelo.

1.1 Los contratos de leasing sobre vehículos

Los contratos de *leasing* sobre vehículos se caracterizan porque otorgan al consumidor el derecho a utilizar el activo durante un período de tiempo y posteriormente éste tiene la posibilidad de decidir si conserva o no el activo. Adicionalmente, el contrato ofrece la posibilidad de cancelarse antes del vencimiento. Por consiguiente, puede decirse que los contratos de *leasing* incluyen dos opciones: la primera es una opción de cancelación que permite al tomador del *leasing* terminar el contrato antes de su vencimiento; la segunda, da al arrendatario el derecho pero no la obligación de comprar el vehículo usado al momento de terminar el contrato, a un precio predeterminado [1].

El *leasing* operativo estándar se caracteriza porque el arrendatario recibe el derecho a usar un activo durante un período establecido con

anterioridad, a cambio de unos pagos periódicos predeterminados o cánones. El arrendatario recibe todos los beneficios generados por el activo en los intervalos que existen entre cada pago o canon; si el arrendatario no realiza algún pago, el arrendador tiene el derecho sobre el valor residual del activo. Dichos pagos incluyen, además del derecho de usar el activo, la opción de hacer el siguiente pago, pero el último pago sólo incluye el derecho al uso del activo. El contrato de *leasing* puede considerarse como un proyecto en el momento de su valoración, ya que el arrendador realiza una inversión (préstamo del vehículo) y tiene derecho a unos flujos de caja futuros (pagos periódicos por parte del arrendatario).

1.2 Las opciones reales

Existen diversas metodologías para la valoración de los proyectos de inversión. La rigidez del criterio de *VPN* supone que los flujos de caja esperados quedan congelados una vez se ha aceptado el proyecto; por ejemplo, no se puede evaluar hoy la posibilidad de que un proyecto se expanda, dado un mejoramiento de la situación económica futura. Uno de los principales problemas de esta metodología consiste en que la mayoría de los proyectos contienen varias opciones, las cuales asumen flexibilidad en la toma de decisiones a futuro, lo que representa enfrentarse a cambios en el riesgo asumido y por tanto a variaciones en la tasa de descuento; el *VPN* asume una tasa constante que no permite valorar de manera adecuada el proyecto.

No obstante, dichas limitaciones se pueden subsanar al utilizar la metodología de las opciones reales. Esta metodología emplea la teoría de opciones para evaluar activos físicos o reales [7, 8]. Estas opciones otorgan el derecho, mas, no la obligación, de emprender una acción, a un costo predeterminado —costo de ejercicio—, durante un período predeterminado —vida de la opción—.

De tal manera que su poseedor pueda influir en la magnitud y en los riesgos de los flujos de caja futuros.

Puede decirse que al involucrar opciones reales en la valoración de un proyecto, se trata de estimar un valor presente neto expandido o modificado (\overline{VPN}), el cual estaría conformado por dos componentes: el valor presente neto de los flujos de caja y el valor de la opción, la cual puede ser americana o europea y dentro de estas, *put* o *call*:

$$\overline{VPN} = VPN + \text{Valor de la opción} \quad (1)$$

La anterior definición implica que un proyecto o estrategia que bajo el criterio de valor presente neto es rechazado si su $VPN < 0$, podría ser aceptado si existe la flexibilidad de extenderlo, posponerlo, entre otras, sobre todo cuando existe incertidumbre en los resultados esperados [9]. De acuerdo con las condiciones de cada proyecto se presentan varios tipos de opciones entre las que se encuentran: opción de abandono, opción de contracción, opción de cierre temporal, opción de cambio en los insumos o productos, opciones compuestas, entre otras.

Los contratos de *leasing*, pueden ser vistos como una opción compuesta, donde una primera opción corresponde a la posibilidad que tiene el inversionista de continuar en el contrato, período tras período, de acuerdo con el comportamiento del precio del subyacente; y una segunda opción corresponde a la posibilidad de comprar el activo al finalizar el contrato. Una opción compuesta es una opción cuyo subyacente es otra opción. El pago por ejercer una opción compuesta involucra el valor de otra opción. En consecuencia, este tipo de opciones tiene dos fechas de vencimiento y dos precios de ejercicio.

En la primera fecha de vencimiento, T_1 , el tenedor de la opción tiene derecho a comprar una nueva opción de compra a un precio de ejercicio K_1 ; asimismo, esta nueva opción tiene fecha de vencimiento T_2 y un precio de ejercicio K_2 [9]. En

la primera fecha de vencimiento T_1 , el valor intrínseco de la opción real compuesta esta dado por:

$$c_{call}(S_{T_1}) = \text{Max}(K_1, c(S_{T_1}, T_2 - T_1; K_2)) \quad (2)$$

La mayoría de los contratos de *leasing* ofrecen opciones que no son comúnmente vistas en los contratos de deuda, específicamente una opción de cancelación o abandono que permite al arrendatario terminar con el contrato antes del vencimiento, y una opción *call* europea que da el derecho, pero no la obligación, de comprar el activo al finalizar el *leasing*, al precio de ejercicio. En este caso se presenta un modelo para la valoración de la opción *call* europea y se estima el canon para cada período en un caso de *leasing* de vehículos.

La metodología basada en opciones reales es muy utilizada para valorar la flexibilidad que pueden otorgar los proyectos productivos. Existen diferentes aplicaciones de esta metodología para la valoración de dichos proyectos, tal es el caso de Miller y Upton [10], McConell y Schallheim [5], Grenadier [11], Crosby et al. [12], Booth y Walsh [13], Ambrosse et al. [14]; sin embargo, la aplicación de esta herramienta como complemento al cálculo del valor presente neto en las empresas es reciente.

2. LA VALORACIÓN DE CONTRATOS DE LEASING SOBRE VEHÍCULOS CON OPCIONES REALES

2.1 Análisis de datos

En este trabajo se utilizan los precios mensuales de los vehículos nuevos y usados publicados en la revista Motor[¶] para el período comprendido entre enero de 2004 y diciembre de 2007. El análisis se realiza para tres gamas de vehículos, los cuales han sido comercializados desde hace varios años y pertenecen a marcas tradicionales en el mercado colombiano como son: Mazda Allegro,

Toyota Prado y Montero Mitsubishi. El estudio se restringe al período y marcas mencionados debido a las limitaciones que se presentan para acceder a la información histórica de los precios.

En el estudio realizado se encontró que el retorno logarítmico de los precios de las tres marcas de vehículos, para el período de análisis, presenta una función de distribución de probabilidad leptocúrtica (de colas delgadas) y asimetría positiva. El estadístico Jarque-Bera indica el rechazo de la hipótesis de normalidad en las series.

Se generaron los correlogramas de las series a nivel, las series al cuadrado y del valor absoluto de las series, con el objetivo de contrastar la hipótesis de estacionariedad. Los correlogramas de las series al cuadrado evidencian un comportamiento sinusoidal lo que sugiere presencia de no estacionariedad en las series. Para confirmar esta condición, se realizan las pruebas de hipótesis de raíz unitaria.

Con el fin de verificar la estacionariedad de las series, se realizaron las pruebas de Dickey-Fuller aumentado, Phillips-Perron y KPSS, iniciando con 8 rezagos y disminuyéndolos de manera gradual. De acuerdo con las tres pruebas de estacionariedad, las series en niveles rechazan la hipótesis de estacionariedad. Dicho estudio indica que estas no son estacionarias en media, lo que sugiere la necesidad de transformar las series aplicando el logaritmo de las diferencias. El modelo con intercepto indica estacionariedad en la serie, pero el intercepto y la tendencia no son significativas en ninguno de los casos. Por lo anterior, se hace necesario realizar la prueba para las series de los retornos sin tendencia y sin intercepto corroborando la estacionariedad de la serie.

Una vez se identificó la estacionariedad de las series, se procedió a identificar el modelo ARMA que mejor se ajusta a estas. La tabla 1 muestra los modelos ARMA seleccionados de acuerdo con el criterio de Akaike y Schwarz. Se identificó que 5 de las series presentan un modelo ARMA(1,1), la serie del Montero con $K=2$ sigue un modelo AR(7),

mientras que la serie de la Prado con $K=1$ sigue un modelo MA(9) y con $K=2$ sigue un modelo AR(9); en otras palabras, el modelo caracteriza los retornos de los precios de los vehículos como un proceso cuyas innovaciones tienen efectos que persisten un mes y en algunas ocasiones más de los nueve meses.

Con el objetivo de identificar la estacionariedad y la no existencia de efectos ARCH se realizan las pruebas de Q-Ljung-Box y ARCH LM. Mediante el análisis del test Q-Ljung-Box, se pudo identificar a través de la observación de los residuales que no existe dependencia lineal entre los retornos. Con el objetivo de identificar la heterocedasticidad de las series se considera la prueba ARCH LM desde 8 rezagos, disminuyendo gradualmente. Con un nivel de confianza del 95% se evidencia que no existen efectos ARCH para las series de retornos de los vehículos.

2.2 Modelos de valoración

Comúnmente un contrato de *leasing* sobre vehículos nuevos se caracteriza porque el arrendatario no es responsable por la diferencia que se genere entre el precio de mercado del activo en t , (V_t) y su valor residual al momento de terminar el contrato ($\lambda^t V_0$), siempre que $V_t < \lambda^t V_0$. Los modelos teóricos sobre estos contratos estudian principalmente dos opciones: la opción europea de compra en la expiración y una opción de cancelación [1]. El modelo de valoración se basa en los modelos propuestos por McConell y Schallheim [5], Giaccotto et al. [1], y Gamba y Rigon [2]. En este caso se estudia una opción de cancelación como una opción *call* compuesta para contratos de *leasing* con vencimiento a tres años ($K=3$), en la cual el arrendatario puede elegir entre cancelar o renovar el contrato en cada período ($K=1$, $K=2$ y $K=3$). Este contrato, para $K=1$, básicamente es un *leasing* de un período más una opción *call* para el uso del activo en el segundo período con un

precio de ejercicio igual al pago contractual en el *leasing*. Para esta aplicación se considera que el valor de mercado del vehículo en *leasing* (V_t) sigue un movimiento browniano geométrico:

$$dV_t = \alpha V_t dt + \sigma_v V_t dZ_t \quad (3)$$

Donde, $V_0 \neq 0$, α es la tasa de depreciación contractual, σ_v es la volatilidad de los precios de mercado del vehículo y dZ_t es el incremento de un movimiento browniano estándar. En este caso el precio en $t \leq T$, de la opción *call* europea para comprar el vehículo a la expiración en el contrato de *leasing*, utilizando la metodología de Black Scholes, es:

$$c = V_t e^{-(r+\alpha)(T-t)} N\left(h + \sigma_v \sqrt{T-t}\right) - X_T^0 e^{-r(T-t)} N(h) \quad (4)$$

donde

$$h = \frac{\log\left(\frac{V_t e^{-\alpha(T-t)}}{X_T^0}\right) - \frac{\sigma_v^2}{2}(T-t)}{\sigma_v \sqrt{T-t}} \quad (5)$$

Donde $N(\cdot)$ corresponde a la distribución acumulada normal estándar, $V_t e^{-(r+\alpha)(T-t)}$ es el valor presente del vehículo descontado a la tasa libre de riesgo, r , considerando la tasa de depreciación en línea recta del activo, α . Mientras que $X_T^0 e^{-r(T-t)}$ es el valor residual de un *leasing* sobre un vehículo en T , para un contrato que comienza hoy, descontado a valor presente a la tasa libre de riesgo, el cual se reconoce como precio de ejercicio de la opción *call*.

En lo que respecta al valor de la opción de cancelación, esta se apreciará a medida que la vida del contrato sea más larga y la probabilidad de que V_t y r tiendan a un valor que favorezca el ejercicio de dicha opción. En una maduración larga el efecto de V_t domina y, por lo tanto, existe una alta probabilidad de que la opción se encuentre fuera del dinero [2]. Para aplicar la metodología de simulación Montecarlo, se hace necesario, establecer la trayectoria del precio del vehículo hasta el vencimiento del contrato de *leasing*. Tal como se encontró en el análisis de datos de los precios,

el cambio logarítmico en el precio de un vehículo sigue una distribución normal, por tanto se tiene:

$$G = \ln(V) \quad (6)$$

Aplicando el lema de Ito:

$$\partial G = \left(\frac{\partial G}{\partial V} \alpha V + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial V^2} \sigma^2 V^2 \right) \partial t + \frac{\partial G}{\partial V} \sigma V \partial Z \quad (7)$$

$$\partial G = \partial \ln(V) = \left(\alpha - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \partial t + \sigma \partial Z \quad (8)$$

Discretizando la ecuación (8):

$$\Delta \ln(V) = \left(\alpha - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \Delta Z \quad (9)$$

donde: $\Delta Z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$

$$\Delta \ln\left(\frac{V_T}{V_0}\right) = \left(\alpha - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t} \quad (10)$$

Despejando V_T , se obtiene la trayectoria del precio del vehículo para aplicar así la metodología de simulación Montecarlo:

$$V_T = V_0 e^{\left(\alpha - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}} \quad (11)$$

2.3 Valoración del canon y opción de compra en el contrato de leasing

Una vez definidas las características de la serie de los precios de los vehículos nuevos y usados se realiza la estimación del canon que se pagará de forma periódica durante la vida del contrato y se valora la opción de comprar el vehículo al finalizar el contrato. Para ello, se utiliza como herramienta el modelo de *black-scholes* y el método de simulación Montecarlo. Se toman los precios anuales comenzando en enero 2004 con el precio nuevo, y a medida que transcurre el tiempo se toman los precios de este mismo vehículo pero usado (por ejemplo: el vehículo con un año de antigüedad será el correspondiente al precio de enero 2005 con un $K=1$, y así sucesivamente hasta llegar a $K=3$). Los parámetros para desarrollar la estimación son:

Depreciación (α): se calcula como la variación porcentual anual del precio de cada automóvil en un período de 3 años. Para incluirla en los modelos se transforma en una tasa compuesta continua anual.

Tasa libre de riesgo (r): se utiliza la curva CEC de los Bonos TES en pesos, la cual se construye con la metodología de Nelson y Siegel [15] utilizando los betas publicados por Infoval al final de cada mes desde enero de 2004 hasta diciembre de 2007. Adicionalmente, para la valoración de la opción se utilizó la tasa de la curva a 3 años (vencimiento del contrato), mientras para el cálculo del canon del *leasing* se utilizaron las tasas a 1, 2 y 3 años (debido a que se suponen pagos del canon periódicos anuales).

Volatilidad (σ): debido a que el análisis de los cambios logarítmicos de los precios mensuales no presentaban efectos ARCH, la volatilidad se calcula como la desviación estándar de los retornos para vehículos que tienen una antigüedad de 3 años (período del contrato *leasing*). En este sentido las volatilidades para el Mazda, el Montero y la Prado se estiman en 5.55% anual, 5.02% anual y 5.4% anual, respectivamente.

Precio de Ejercicio (X): para el cálculo del precio de ejercicio se toma como supuesto que los vehículos en Colombia se deprecian linealmente tomando 5 años como su vida útil. De esta forma se calcula el precio que debería tener el vehículo a los 3 años (vencimiento del contrato); este precio correspondería al precio de ejercer la opción al final del contrato.

Giaccotto et al. [1] muestran la estimación de la ventaja neta del *leasing* (NAL: Net Advantage of *leasing*) de un automóvil nuevo para T períodos, en los cuales el arrendatario puede elegir cancelar o renovar el contrato para un período siguiente. En el presente estudio se realiza el análisis para tres períodos y se estima el canon con y sin opción de compra, en este caso el NAL se expresa como la diferencia entre el valor presente de los servicios

del *leasing* y el valor de los pagos contractuales en el *leasing*:

$$NAL = S_0 - X + c - \sum_{i=1}^3 VP(L_i) \quad (12)$$

Dado que al principio del contrato el NAL se asume de cero (0), se puede igualar el valor presente de los flujos del *leasing* con el valor del contrato incluyendo la opción.

$$\sum_{i=1}^3 VP(L_i) = S_0 - X + c \quad (13)$$

El valor de la opción c se calcula utilizando *black-scholes* y simulación Monte Carlo.

$$\sum_{i=1}^3 VP(L_i) = Le^{-r_3x^3} Le^{-r_2x^2} Le^{-r_1x^1} \quad (14)$$

$$Le^{-r_3x^3} Le^{-r_2x^2} Le^{-r_1x^1} = S_0 - X + c \quad (15)$$

$$L_{anual} = \frac{S_0 - X + c}{e^{-r_3x^3} e^{-r_2x^2} e^{-r_1x^1}} \quad (16)$$

Los resultados del canon y de la valoración de la opción obtenidos a través de *black-scholes* y de la simulación Monte Carlo son muy similares. La figura 1 muestra el valor de la opción y el canon a enero de 2004, para los tres vehículos analizados. Ambos valores varían significativamente de acuerdo al precio de mercado.

3. CONCLUSIONES

Se puede concluir que los precios de las tres marcas de vehículos analizadas tienen un comportamiento cíclico durante cada año, y alcanzan su máximo valor a mediados de cada año durante el período de la muestra. Sin embargo, se encuentra una tendencia decreciente en los precios de vehículos nuevos de estas marcas durante todo el período muestral, debido a la presencia de nuevos modelos en el mercado, lo cual hace que modelos anteriores pierdan su valor. Como se mencionó

antes, dentro del análisis econométrico de las series de precios no se encuentra la presencia de efectos ARCH, lo cual permite utilizar una volatilidad constante para el desarrollo de los modelos de valoración tanto por *black-scholes* como por simulación Montecarlo.

Dentro de los resultados se pudo encontrar una relación directa entre el precio del vehículo nuevo y el valor de la opción a cobrar dentro del contrato de *leasing*, es decir, mientras más alto sea el precio del vehículo mayor es el valor de la prima a cobrar por el derecho a adquirirlo al vencimiento del contrato. Por el contrario, se encontró una relación inversa entre el valor de la opción de compra y el nivel de las tasas de interés, es decir, si las tasas de interés en el mercado disminuyen, la prima a cobrar por la opción va a ser más alta. Lo anterior se explica porque existe un mayor riesgo de que el cliente decida no ejercer la opción al finalizar el contrato de *leasing*, debido a que puede encontrar financiación más barata para adquirir el activo en el mercado.

Cabe resaltar en los resultados empíricos que durante el período de muestra la proporción del valor de la prima de la opción respecto al precio del vehículo nuevo, varía de acuerdo con cada marca de vehículo. Por ejemplo, para el caso del vehículo Mazda esta proporción varía entre un 5.26% y un 7.91% para el caso de la estimación con Black-Scholes, mientras que por Montecarlo varía entre un 5.18% y 8.78%; para el Montero las estimaciones varían entre un 8.77% y 14.24% por Black-Scholes y entre un 8.79% y 14.2% por Montecarlo; y en última instancia, para la Toyota Prado las estimaciones se encuentran entre un 9.9% y un 16.93% por Black-Scholes y un 9.88% y 16.85% por Montecarlo (ver figuras 2 y 3). Lo anterior demuestra la obtención de resultados muy similares por los dos métodos utilizados para la valoración de los cánones y primas de las opciones sobre los contratos de *leasing* para todas las marcas de vehículos estudiadas.

REFERENCIAS

- [1] C. Giaccotto, *et al.*, "The Value of Embedded Real Options: Evidence from Consumer Automobile Lease Contracts," *Journal of Finance*, vol. 62, 2007.
- [2] A. Gamba and R. Rigon, "The value of embedded real options: Evidence from consumer automobile lease contracts--A note," *Finance Research Letters*, Elsevier, vol. 5, p. 7, 2008.
- [3] S. C. Myers, "Finance Theory And Financial Strategy," *Interfaces*, p. 11, 1984.
- [4] F. c. d. c. d. leasing. Available: <http://www.fedeleasing.org.co/pyr.htm>
- [5] J. McConnell and J. Schallheim, "Valuation Of Asset Leasing Contracts," *Journal Of Financial Economics*, p. 24, 1983.
- [6] R. Hussain. (2005, Valuation Of Lease Contracts In Continuous Time With Stochastic Asset Values. [Working Paper]. Available: <http://www.financialdecisiononline.org/current/Hussain.pdf>
- [7] J. Mun, *Real Options Analysis: Tools And Techniques For Valuing Strategic Investment And Decisions*. United States Of America: Wiley Finance Series, 2002.
- [8] L. Trigeorgis, *Real Options: Managerial Flexibility And Strategy In Resource Allocation*. United States Of America: Asco Trade Typesetting Ltd, 1999.
- [9] F. Venegas Martínez, *Riesgos Financieros Y Económicos: Productos Derivados Y Decisiones Económicas Bajo Incertidumbre*. MEXICO: THOMSON, 2006.
- [10] M. H. Miller and C. W. Upton, "Leasing, Buying, and the Cost of Capital Services," *Journal of Finance*, 1976, vol. 31, issue 3, pages 761-86, vol. 31, p. 25, 1976.
- [11] S. R. Grenadier, "Valuing Lease Contracts: A Real-Options Approach," *Journal Of Financial Economics*, vol. 38, p. 34, 1995.
- [12] N. Crosby, *et al.*, "Contemporary UK market valuation methods for over-rented properties: a framework for risk adjustment," *Journal of Property Research*, vol. 14, p. 18, 1997.
- [13] P. M. Booth and D. E. P. Walsh, "An Option Pricing Approach to Valuing Upward Only Rent Review Properties with Multiple Reviews," *Insurance: Mathematics and Economics*, vol. 28, p. 20, 2001.
- [14] B. Ambrose, *et al.*, "Pricing upward-only adjusting leases," *Journal of Real Estate Finance & Economics*, vol. 25, p. 17, 2002.
- [15] C. R. Nelson and A. F. Siegel, "Parsimonious Modeling Of Yield Curves," *The Journal Of Business*, vol. 60, p. 16, 1987.

Tabla 1. Estimación modelos ARMA para Allegro, Montero y Prado.

ARMA (1,1) $(1-\varphi_1B)R_t = \theta_0 + (1-\theta_1B)a_t$									
	Modelo Arma Serie Allegro			Modelo Arma Serie Montero			Modelo Arma Serie Prado		
	φ	θ	Durbin-Watson stat	φ^*	θ	Durbin-Watson stat	φ	θ	Durbin-Watson stat
K=1	0.800584 [0]	-1.308734 [0]	2.316613	0.813626 [0]	-0.975215 [0]	2.093861	– [0.0206]	-0.35166 [0.0206]	1.805776
k=2	0.78303 0	-0.99739 [0]	2.25528	-0.403915 [0.0156]	–	2.118487	-0.337971 [0.0494]	–	1.810726
k=3	0.82524 [0]	-0.997436 [0]	2.217484	0.885689 [0]	-0.997383 [0]	2.047491	0.685021 [0]	-0.910621 [0]	1.879997

La regresión se realiza sobre los rendimientos logarítmicos. El p-valor se encuentra entre corchetes. El modelo para el Montero con K=2 es un AR(7), para la Prado con K=1 es un MA(9), con k=2 es un AR(9) y con K=3 es un ARMA(6,6), los demás casos siguen un ARMA(1,1).

Fuente: Elaboración propia.

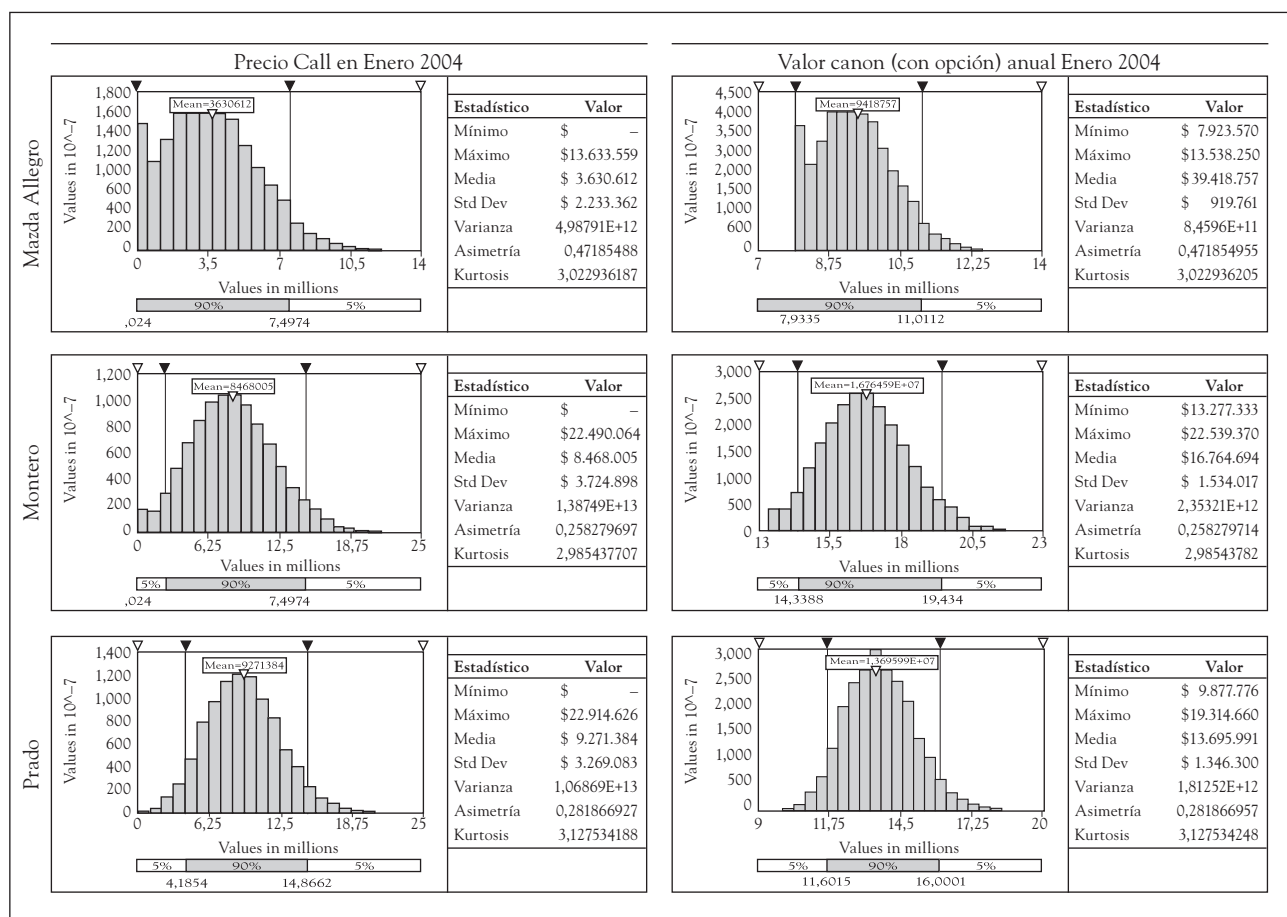


Figura 1. Valor de la call y del canon en $t = 0$ para el Mazda, el Montero y la Prado

Fuente: Elaboración propia

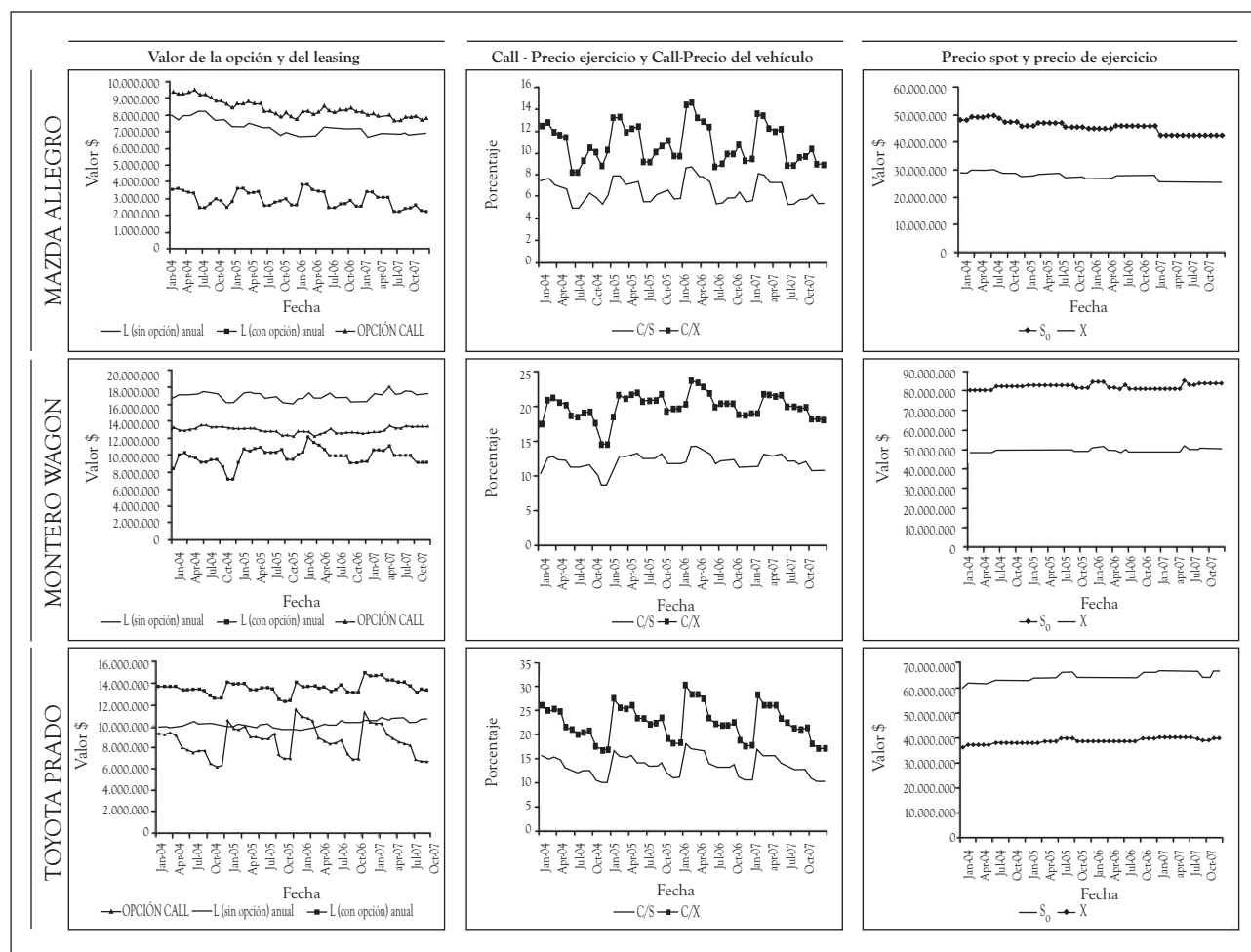


Figura 2. Estimación del valor de la call y del canon con black-scholes

S_0 : precio del vehículo, X: precio de ejercicio; c: valor de la call; C/S: participación de la call en el precio del vehículo; C/X: participación de la call en el precio de ejercicio; L: valor del *leasing*.

Fuente: Elaboración propia

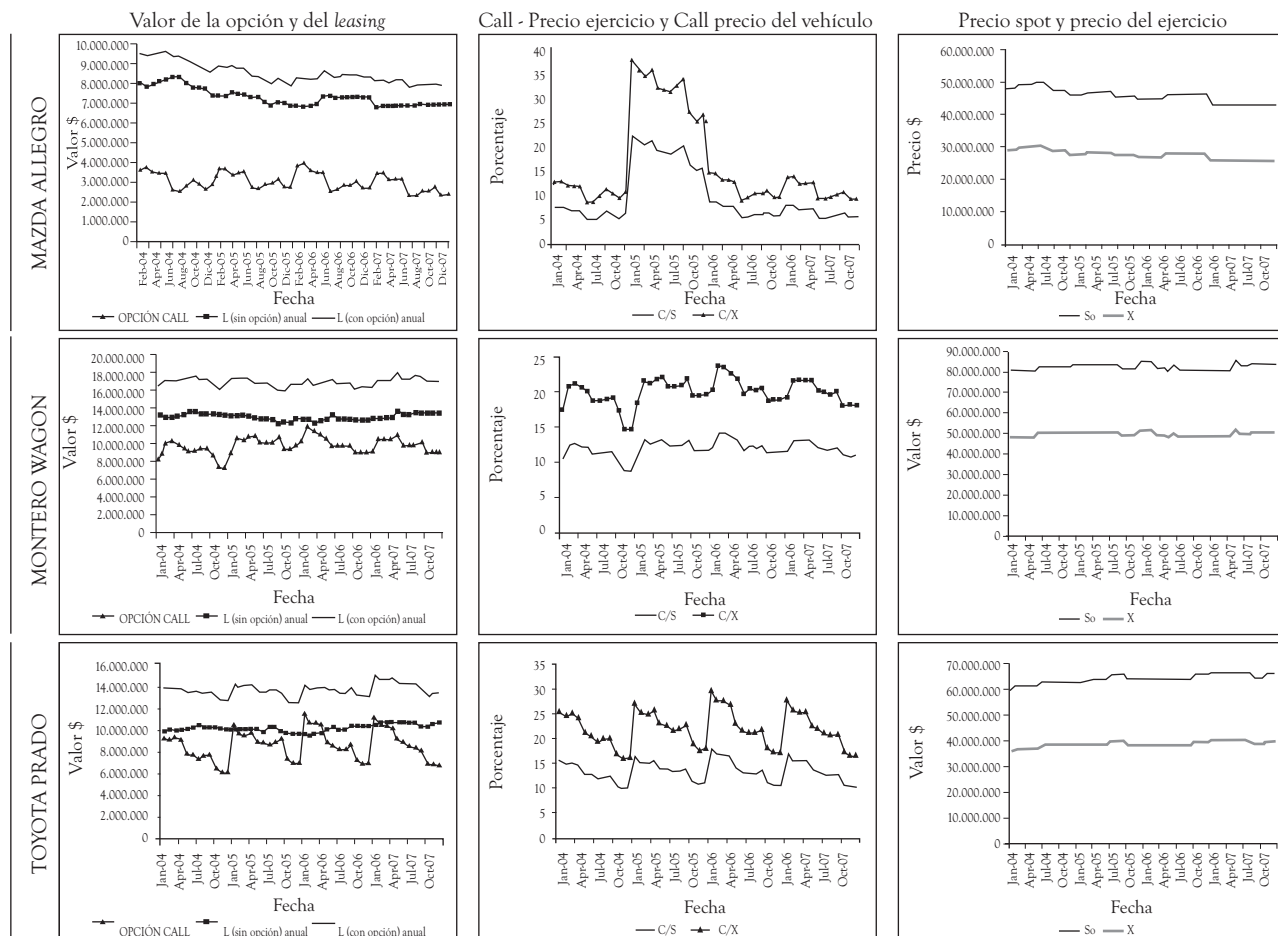


Figura 3. Estimación del valor de la call y del canon con Monte Carlo

S_0 : precio del vehículo, X : precio de ejercicio; c : valor de la call; C/S : participación de la call en el precio del vehículo; C/X : participación de la call en el precio de ejercicio; L : valor del leasing.

Fuente: Elaboración propia